www.unal.edu.co/icn/publicaciones/caldasia.htm Caldasia 28(2):267-274. 2006

TAXONOMÍA Y DISTRIBUCIÓN DE *HILDENBRANDIA ANGOLENSIS* (HILDENBRANDIALES: RHODOPHYTA) EN COLOMBIA

Taxonomy and distribution of *Hildenbrandia angolensis* (Hildenbrandiales: Rhodophyta) in Colombia

Edgar J. Rincón-B.
Luis E. Pinzón-Q.
Helber Bermúdez-A.
Humberto E. García-P.
Escuela de Biología, Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, Colombia. ejrbaron@yahoo.com; pinzon771@yahoo.com; helberuis@yahoo.com; hugarcia@uis.edu.co

RESUMEN

Este estudio es el primer registro para Colombia del género *Hildenbrandia*, representando el primer hallazgo de Rhodophyta dulceacuícola. Se incluye la descripción detallada de los caracteres morfométricos, así como la distribución ambiental de las poblaciones recolectadas en tres localidades del departamento de Santander. Se concluye que la especie corresponde a la circunscripción de *Hildenbrandia angolensis*; caracterizada por su diámetro celular pequeño ($\bar{x}$= 4.8 µm) y de distribución tropical a subtropical. Se documentaron propágulos vegetativos en una sola población. *H. angolensis* se presentó en ríos cercanos a zonas de cascada, con temperatura de 16-18 ºC, pH de neutral a ligeramente alcalino (6.9-7.6), alto contenido de iones (272-1174 µS cm^{-1}), velocidad de corriente muy alta (140 cm s^{-1}) y sitios sombreados con poca profundidad (< 60 cm); cobertura algal de esta especie sobre la roca entre 3.2-4.1 m^2. *H. angolensis* se registra en la cuenca alta del río de Oro y río Frío, en bosque seco a muy húmedo montano bajo, municipios de Piedecuesta y Floridablanca (Santander, Colombia).

Palabras clave. Colombia, ecología, *Hildenbrandia*, Rhodophyta, ríos, taxonomía.

ABSTRACT

This study is the first report for Colombia of the genus *Hildenbrandia*, representing the first record of a freshwater Rhodophyta. It is includes the detailed description of the morfometric characters, as well as the environmental distribution of the populations collected from three localities of the department of Santander. It is concluded that the species fits within *Hildenbrandia angolensis* circumscription; it is characterized by it's small cell diameter ($\bar{x}$= 4.8 µm) and of tropical or subtropical distribution. Vegetative propagules were reported in one single population. *H. angolensis* occurred in rivers near to cascade zones, with temperature of 16-18 ºC, pH circumneutral to slightly alkaline (6.9-7.6), high ion content (272-1174 µS cm^{-1}), high current velocity (140 cm s^{-1}) and shallow waters (< 60 cm); algal cover of this species on the rock ranged from 3.2 to 4.1 m^2. *H. angolensis* is reported in upper streams basins of the Oro and Frio streams, in dry forest to very humid low montane belonging to Piedecuesta and Floridablanca municipalities (Santander, Colombia).

Key words. Colombia, ecology, *Hildenbrandia,* Rhodophyta, streams, taxonomy.

INTRODUCCIÓN

El género *Hildenbrandia* Nardo está ampliamente distribuido en ambientes marinos y dulceacuícolas (Taylor 1937, Abbott & Hollember 1976, Sheath *et al.* 1993, Womersley 1994, Necchi *et al.* 1999, Sherwood & Sheath 2000, Carmona *et al.* 2002, 2004). Las especies dulceacuícolas se desarrollan en corrientes ricas en nutrientes (Pipp & Root 1994) con pH ligeramente alcalino y elevada temperatura (> 14 °C), (Wehr & Sheath, 2003).

Hasta el momento se han descrito dos especies para agua dulce, *H. rivularis* (Liebman) J. Agardh, con un promedio de largo celular 11.3 µm y diámetro celular 8.2 µm de amplia distribución para Europa (Israelson 1942, Starmach 1977, Sherwood & Sheath 2000), Asia (Skuja 1938 a, Jao 1941), Norteamérica (Wolle 1887, Flint 1955) y Sudamérica (Necchi 1987) e *H. angolensis* Welwitsc ex West & West, con promedio de largo celular 6.4 µm y diámetro celular 4.9 µm, descrita por primera vez en África (West & West 1897), Norteamérica (Sheath *et al.* 1993, Sherwood & Sheath 1999) y Sudamérica (Necchi 1987, Necchi *et al.* 1999). Las especies de agua dulce se reproducen a través de propágulos vegetativos (Starmach 1952) y no hay evidencia de reproducción sexual (Seto 1977, Necchi 1987, Sherwood & Sheath 2000).

En Colombia no existen registros de algas rojas en ambientes continentales, por tal motivo la intención del presente estudio es caracterizar taxonómicamente las poblaciones, describir las condiciones ambientales y su distribución, así como contribuir al conocimiento de la lista ficológica del país.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se estudiaron tres poblaciones de *H. angolensis* encontradas en dos ríos de primer orden, ubicadas entre los 6º 30`-7º 30´ latitud norte y 72º 30´-73º 30´ latitud oeste, y altitud de 1105 a 2062 m (Fig. 1). En el campo se recolectaron los crecimientos con la ayuda de cincel y martillo. Cada crecimiento fue referido a un número de muestra con la clave Ha-001, Ha-002 y Ha-003 que corresponde a las poblaciones de Piedecuesta, la Virgen y el Diviso respectivamente; se preservó en glutaraldehido al 2.5 % y se incorporó al Herbario de la Universidad Industrial de Santander (UIS).

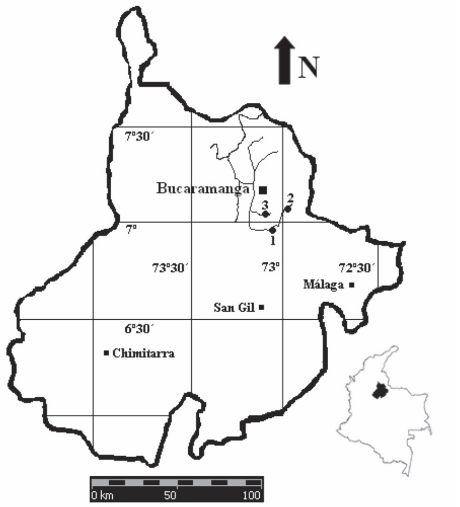

Figura 1. Ubicación de las localidades donde se encontró *Hildenbrandia angolensis*. 1 (Piedecuesta), 2 (La Virgen) sobre el río de Oro y 3 (El Diviso) sobre el río Frío.

Para la medida de parámetros fisicoquímicos como pH, conductividad específica y temperatura, se utilizó un conductímetro Corning NY 1483 y un potenciómetro Handlab 1. La velocidad de la corriente se midió utilizando la metodología de cuerpos flotantes (Wetzel & Likens 2000) y se consideró las cinco categorías empleadas por Johansson (1982).

El área de cobertura del alga sobre la roca se midió por medio de cuadrantes de 20x20, 10x10 y 5x5 cm^2. La intensidad lumínica se tomó como el porcentaje de cobertura vegetal presente en el sitio de muestreo, con valores

extremos de 100 % de cobertura para zonas extensamente cubiertas por árboles o cuevas y 0 % de cobertura para zonas despejadas, siendo este un carácter cualitativo (Johansson 1982, Carmona & Montejano 1993, Carmona *et al.* 2002).

Las muestras se conservaron durante ocho meses bajo condiciones de cultivo, en el laboratorio de Histotecnia (UIS); sometidas a doce horas de iluminación con luz fluorescente (32 watts). Se utilizó agua procedente de los sitios de colecta, la cual se renovó cada cinco días y se oxigenó con una bomba de aire marca ELITE 802. Los trabajos empleados para la identificación taxonómica de esta especie fueron: Wolle (1887), West & West (1897), Jao (1941), Skuja (1938a), Israelson (1942), Starmach (1952), Nichols (1965), Starmach (1969), Bourrelly (1970), Starmach (1977) Seto (1977), Necchi (1987), Sheath *et al.* (1993), Necchi *et al.* (1999), Sherwood & Sheath (1999, 2000), Carmona *et al.* (2002), Sherwood & Sheath (2003) y Carmona *et al.* (2004).

Cada espécimen fue medido y fotografiado empleando un microscopio óptico Olympus CHS y una cámara digital Sony DSC-P71. Los talos se cortaron transversalmente y longitudinalmente a mano para descripción morfológica y se realizaron cortes transversales a 10 µm por medio de micrótomo rotatorio 820 Spencer, para observar la relación de las gemas con el talo. Las muestras se procesaron de acuerdo a lo propuesto por Ruzin (1999) y colorearon con la técnica Safranina-Fast Green (Johansen 1940). Las mediciones de los parámetros morfométricos fueron hechas en el centro del crecimiento algal en vista transversal, en 30 réplicas y quedaron representadas en un intervalo que contiene la medida mínima, máxima, media aritmética y desviación estándar. El número de réplicas fue determinado por ecuación $n= (S/E\bar{x})^2$, donde S = desviación estándar, E = error estándar predeterminado (0.05) y $\bar{x}$ = media aritmética (Southwood 1978, González *et al.* 2006). Cada carácter morfométrico fue evaluado mediante la prueba estadística ANOVA incluido en el paquete estadístico R versión 2.1.1, para establecer si existen diferencias significativas de los caracteres morfométricos entre las poblaciones.

RESULTADOS

Morfología

Las poblaciones recolectadas durante el estudio se caracterizaron por presentar un talo costroso, crecimiento hemisférico o irregular, de color rojo intenso, talo poliestromático filamentoso, con altura de 32-63 µm ($\bar{x}$= 48.1±6.6 µm), 7-11 células por filamento; en vista transversal se encontraron filamentos con células cuadradas o rectangulares con largo 4-7 µm ($\bar{x}$= 5.1±0.7 µm) y diámetro 3-6 µm ($\bar{x}$= 4.8±0.7 µm) (Tabla 1, Fig. 2), en vista superficial las células del talo presentaron forma poligonal a redondeada (Fig. 3). Otra característica interesante fue la presencia de propágulos vegetativos en una sola población (Piedecuesta), los cuales se observaron como agregados celulares elipsoidales de 42-63 µm ($\bar{x}$= 52±5.1 µm) de diámetro y 40-58 µm ($\bar{x}$= 45.9±4.6 µm) de largo (Fig. 4); los propágulos vegetativos al liberarse del talo dejaron espacios vacíos en la superficie de la costra (Fig. 5). La diferenciación de los propágalos vegetativos se registró en la capa poliestromática. (Fig. 6). En las tres poblaciones se registró diferencia significativa en el número de células en filamento ($F_{2, 90}$= 8.41, $p<0.001$), grosor de la capa poliestromática ($F_{2, 90}$= 9.9, $p<0.001$) y largo celular ($F_{2, 90}$ =10.13, $p<0.001$). El diámetro celular no mostró diferencia ($F_{2, 90}$= 2.80, $p>0.05$). Todas las poblaciones correspondieron a la circunscripción de *H. angolensis* descrita por Sheath *et al.* (1993) y Carmona *et al.* (2002) (Tabla 2).

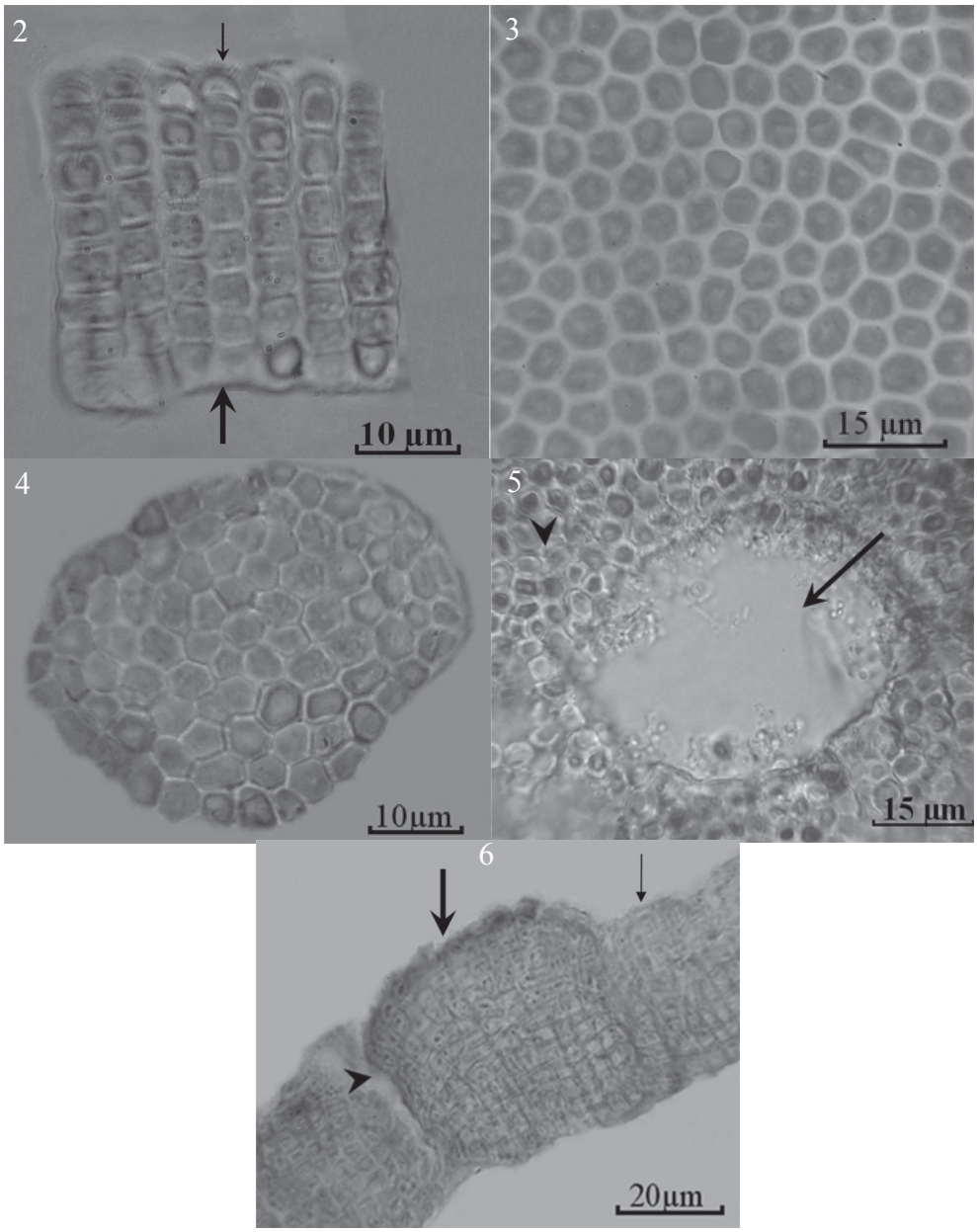

Figura 2-6. Forma celular y estructuras de reproducción de *Hildenbrandia angolensis*. 2. Vista transversal del talo mostrando células de forma cuadrada o rectangular. Zona apical (flecha pequeña), zona basal (flecha grande). 3. Vista superficial del talo mostrando células de forma poligonal a redondeada. 4. Propágulo vegetativo liberado del talo. 5. Vista superficial del talo mostrando el espacio formado por la liberación de la gema (flecha) y la relación con el talo (cabeza de flecha). 6. Corte transversal del talo, gema (flecha grande), talo (flecha pequeña) y unión entre el talo y la gema (Cabeza de flecha). Cortado a 10 µm y coloreado con la técnica Safranina-Fast Green (Johansen 1940).

Tabla 1. Características morfométricas de las poblaciones de *Hildenbrandia angolensis* en el departamento de Santander (medidas en micrómetros).

Población	Células en filamentos	Grosor capa poliestromática	Célula		Propágulos vegetativos	
			Largo	Diámetro	Diámetro	Largo
Piedecuesta	7 – 11	32.0 – 59.0	4.0 - 6.0	3.0 – 6.0	42.0 – 63.0	40.0 – 58.0
	8.5 ± 1.3	45.4 ± 7.8	4.9 ± 0.5	4.7 ± 0.8	52.0 ± 5.1	45.9 ± 4.6
La Virgen	8 – 11	45.0 – 63.0	4.0 – 7.0	4.0 – 6.0	*	*
	9.2 ± 0.9	52.0 ± 3.9	5.1 ± 0.6	4.8 ± 0.6	*	*
El Diviso	7 – 10	36.0 – 62.0	4.5 – 7.0	4.0 – 6.0	*	*
	8.0 ± 0.9	47.3 ± 5.5	5.5 ± 0.7	5.0 ± 0.6	*	*

* no se observó la estructura

Tabla 2. Características morfométricas de las poblaciones de *Hildenbrandia angolensis* en el departamento de Santander, Colombia y las descritas en la literatura (medidas en micrómetros).

Referencia	Células en filamentos	Grosor capa poliestromática	Célula		Propágulos vegetativos	
			Largo	Diámetro	Diámetro	Largo
Este trabajo	7 – 11	32.0 – 63.0	4.0 ± 7.0	3.0 – 6.0	42.0 – 63.0	40.0 – 58.0
	8.6 ± 1.1	48.1 ± 6.6	5.1 ± 0.7	4.8 ± 0.7	52.0 ± 5.1	45.9 ± 4.6
Carmona	3 – 14	21.0 – 156.0	3.0 – 11.7	2.3 – 7.4	27.0 – 103.2	13.0 – 79.5
et al. 2002	7.8 ± 1.8	59.1 ± 21.5	5.6 ± 0.8	4.1 ± 0.4	53.7 ± 15.7	46.1 ± 9.1
Sheath *et al.*	5 – 7	27.0 – 45.1	4.8 – 9.4	3.6 – 6.6	*	*
1993	6.3	37.1	6.4	4.9	*	*

* no se observó la estructura

Ecología y distribución

Las poblaciones de *H. angolensis* se encontraron en la cuenca alta de los ríos de Oro y río Frío, en bosque seco a muy húmedo montano bajo (Holdridge 2000), municipios de Piedecuesta y Floridablanca (Santander, Colombia).

Las características fisicoquímicas del agua fueron similares: temperatura del agua elevada (16 a 18 ºC), pH neutral a ligeramente alcalino (6.9 a 7.6), conductividad específica alta (334- 1174 µS cm^{-1}), velocidad de la corriente muy alta, sitos sombreados con poca profundidad (< 60 cm) y roca calcárea como sustrato predominante (Tabla 3).

DISCUSIÓN

Los caracteres morfométricos estudiados como la altura del talo, número de células por filamento y largo celular, mostraron diferencias significativas entre las localidades donde se encontró *H. angolensis,* se mostraron variables y fueron considerados con poca importancia taxonómica. Por el contrario, el diámetro de las células en los filamentos no mostró diferencias significativas y fue empleado como un carácter taxonómico determinante, lo cual es congruente con las referencias, en las cuales el diámetro celular es el carácter morfológico más importante para delimitar a las especies (Sheath *et al.* 1993, Carmona *et al.* 2002). En este estudio solo se reportan propágulos vegetativos en una sola localidad, lo cual podría sugerir que el patrón reproductivo para *H. angolensis* en el departamento de Santander no es estacional, sin embargo las condiciones microambientales de cada sitio de colecta podrían influenciar esta condición.

La formación y liberación de los propágulos vegetativos fueron de tipo endógeno tal como lo cita Sherwood & Sheath (2000) y

Carmona *et al.* (2002), a diferencia de lo propuesto inicialmente por Seto (1977), el cual propone que la liberación de las gemas es de tipo exógeno.

Los valores de pH (6.9-7.6) y la conductividad (272-1174 μS cm^{-1}) donde se encontró *H. angolensis* fueron similares a los reportados para Norteamérica (Sheath *et al.* 1993) y México (Carmona *et al.* 2002), sin embargo las poblaciones de *H. angolensis* en Colombia se desarrollan en zonas de mayor velocidad de la corriente (>85 cm $^{-1}$) en comparación con lo registrado para las poblaciones de Norteamérica y México.

La temperatura y altitud apropiada para el desarrollo de esta especie en nuestro estudio se encontró entre los 16 a 18 °C y 1105 a 2062 m; lo cual fue diferente a poblaciones mexicanas descritas por Carmona *et al.* (2002) en donde la temperatura fue superior a los 23 °C. y la altitud inferior a 1121m.

La cobertura del alga sobre el sustrato fue mayor en el sitio el Diviso (4.0 m^2) en comparación con los demás sitios de muestreo y se puede relacionar principalmente a la mayor disponibilidad de de sustrato; este valor de cobertura es similar a lo reportado por Carmona *et al.* (2002) para las poblaciones mexicanas (4.1m^2)

Sobre el origen de las poblaciones colombianas de *H. angolensis* podrían seguir los modelos propuestos por Skuja (1938b) o Sherwood & Sheath (1999) y Sherwood *et al.* (2002), donde se indica que las poblaciones dulceacuícolas de *Hildenbrandia* se originaron a partir de invasiones de especies marinas; esto podría estar soportado por la historia geológica colombiana la cual muestra sucesivos eventos de trasgresiones y regresiones marinas (Cooper *et al.* 1995, Monsch 1998) sin embargo se hace necesario hacer análisis moleculares para esclarecer el origen de las poblaciones dulceacuícolas colombianas y el tiempo de divergencia entre las poblaciones marinas y dulceacuícolas.

Este trabajo representa el primer acercamiento a la taxonomía y la descripción ambiental de *H. angolensis*. Dado que representa el primer registro de Rhodophyta dulceacuícola para Colombia, se hace imperativo el implementar trabajos de investigación destinados a monitorear otras zonas del país.

Tabla 3. Condiciones ambientales de las localidades donde se encontraron las poblaciones de *Hildenbrandia angolensis* en el departamento de Santander, Colombia.

Localidad y fecha	Altitud (m)	Vegetación	Ambiente	T (°C)	pH	IL[b]	VC[c] (cm s^{-1})	Conductividad específica (μS cm^{-1})	Profundidad (cm)	Cob[d] (m^2)
Piedecuesta 27/10/2005	1105	Bs MB	Río	18	7.6	med.	muy alta	334	49-59	3.2
La Virgen 20/11/2005	2062	Bm HMB	Cascada	17	7.2	med.	*	1174	*	3.5
El Diviso 05/01/2006	1964	Bm HMB	Cascada	16	6.9	Baj.	*	272	*	4.1

[a] Según (Holdridge 2000): Bs MB bosque seco montano bajo, BmH MB Bosque muy húmedo montano bajo.
[b] Intensidad luminosa según Johansson (1982): insolación muy alta > 80% del horizonte visible, alta 60-80%, media (med) 40-60%, baja (baj) 20-40% y muy baja <20%
[c] Velocidad de la corriente según Johansson (1982): >10 cm s^{-1} muy baja, 10-35 cm s^{-1} lenta, 35- 60 cm s^{-1}, 60-85 cm s^{-1} alta, > 85 cm s^{-1} muy alta.
[d] Cob: Área de cobertura del alga sobre la roca, se reporta el mayor valor encontrado.
* No se registró debido a que los crecimientos algales se estaban desarrollando directamente sobre la pendiente de la cascada.

AGRADECIMIENTOS

A los profesores Dagoberto Arrieta, Helena Stashenko y Jorge Martínez Tellez (UIS); Santiago Duque, Universidad Nacional de Colombia; Enrique Peña, Universidad del Valle; Javier Carmona, UNAM, México y Orlando Necchi Jr., UNESP, Brasil; por la lectura critica del documento y facilitarnos parte de la bibliografía. Al profesor (UIS) Guillermo González al facilitarnos el desplazamiento a los sitios de colecta y a los estudiantes de Biología (UIS) John Ramírez, Jaime Anaya y Carolina Camargo por todo su apoyo.

LITERATURA CITADA

Abbott, I. A. & G. J. Hollenberg. 1976. Marine Algae of California. Stanford University Press, Stanford, California.

Bourrelly, P. 1970. Les algues d` eau douce. Initation à la Systématique Les algues bleues et rouges. T. III. Boubée et Cie, París.

Carmona, J. J. & G. Montejano. 1993. Caracterización algal en manantiales de la Huasteca Potosina, México. Boletín de la Sociedad Botánica de México 53: 21-41

Carmona, J. J., G. Montejano & J. G. González. 2002. Taxonomía y distribución de *Hildenbrandia* Nardo (Hildenbrandiales, Rhodophyta) de agua dulce en la región central de México. Hidrobiológica 12 (1): 7-14

Carmona, J. J., G. Montejano & E. A. Cantoral. 2004. The distribution of Rhodophyta in streams of central Mexico. Algological Studies 114: 39-52

Cooper, M. A., F. T. Addison, R. Alvarez, M. Coral, R. H. Graham, A. B. Hayward, S. Howe, J. Martinez, J. Naar, R. Penas, A. J. Pulham & A. Taborda. 1995. Basin development and tectonic history of the Llanos Basin, Eastern Cordillera, and Middle Magdalena Valley, Colombia. AAPG Bulletin-American Association of Petroleum Geologists 79 (10): 1421-1443

Holdridge, L. R. 2000. Ecología basada en zonas de vida. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, San José

Flint, L. H. 1955. *Hildenbrandia* in America. Phytomorphology 5: 185-189

González, C. G., A. B. Felpeto, I. M. Estraviz, I. R. Alarcón, A. R. Vergara & A. V. Liste. 2006. Tratamiento de datos. Editorial Díaz de Santos, España.

Israelson, G. 1942. The freshwater Floridae of Sweden. Studies on their taxonomy, ecology and distribution. Symbolae Botanicae Upsaliensis 6 (1): 1-135.

Jao, C. C. 1941. Studies on the freshwater algae of china VII. A preliminary account of the Chinese Freshwater Rhodophyceae. Sinensia 12 (1-6): 245-290

Johansen, D. A. 1940. Plant Microtechnique. McGraw-Hill, New York.

Johansson, C. 1982. Attached algal vegetation in running waters of Jamtland, Sweden. Acta Phytogeographica Suecica 71: 1-80

Khan, M. 1974. On a Fresh water *Hildenbrandia* Nardo, from India. Hydrobiologia 44 (2-3): 237-240

Monsch, K. A. 1998. Miocene fish faunas from the northwestern Amazonia basin (Colombia, Peru, Brazil) with evidence of marine incursions. Palaeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology 143 (1-30): 31-50

Necchi, O. Jr. 1987. Estudos sobre as Rodophyta de águas continentais do Brazil. VI. Ocorrência de *Hildenbrandia rivularis* (Liebman) J. Agardh nos Estados do Rio Janeiro e São Paulo. Nerítica, Pontal do Sul 2 (Suppl.): 1147-1152

Necchi, O. Jr., C. C. Z. Branco & L. H. Z. Branco.1999. Distribution of Rhodophyta in streams from São Paulo State, southeastern Brazil. Archiv für Hydrobiologie 147:73-89

Nichols, H. W. 1965. Culture and development of *Hildenbrandia rivularis* from Denmark and North America. American Journal of Botany 52(1): 9-15

Pipp, E. & E. Rott. 1994. Clasification of running-water sites in Austria based on benthic algal comunity structure. Verhand lungen Internationale Vereinigung für theoretische und Angewandte Limnologie 25: 1610-1613

Ruzin, S. E. 1999. Plant microtechnique and microscopy. Oxford University Press, New York.

Seto, R. 1977. On the vegetative propagation of a freshwater red alga, *Hildenbrandia rivularis* (Liebm.) J. Ag. Bulletin of the Japanese Society of Phycology 25: 129-136

Sheath, R. G., D. Kaczmarczyk & K. M. Cole. 1993. Distribution and systematics of freshwater *Hildenbrandia* (Rhodophyta, Hildenbrandiales) in North America. European Journal of Phycology 28: 115-121

Sheath, R. G. 2003. Red algae. Pag. 187-224 in: J.D. Wehr & R. G. Sheath. (eds.) Freshwater algae of North America Ecology and clasification, Academic Press, USA.

Sherwood, A. R. & R. G. Sheath. 1999. Biogeography and systematics of *Hildenbrandia* (Rhodophyta, Hildenbrandiales) in North America: inferences from morphometrics and rblc and 18S rRNA gene sequence analyses. European Journal Phycology 34: 523-532

Sherwood, A. R. & R. G. Sheath. 2000. Microscopic analysis and seasonality of gemma production in the freshwater red alga *Hildenbrandia angolensis* (Hildenbrandiales, Rhodophyta). Phycological Research 48: 241-249

Sherwood, A. R., T. B. Shea & R. G. Sheath. 2002. European freshwater *Hildenbrandia* (Hildenbrandiales, Rhodophyta) has not been derived from multiple invasions from marine habitats. Phycologia 41(1): 87-95

Sherwood, A. R. & R. G. Sheath. 2003. Systematics of the Hildenbrandiales (Rhodophyta): gene sequence and morphometric analyses of global collections. Journal Phycology 39: 409-422

Skuja, H. 1938a. Die Süssawasserrhodophyceen der Deutschen Limnologischen Sunda-Expedition. Archiv für Hydrobiologie, Suppl.-Bd. 15: 603-637

Skuja, H. 1938b. Comments on the fresh-water Rhodophyceae. Botanical Review 4: 665-676

Southwood, T. R. 1978. Ecological methods with particular reference to the study of insect populations. Chapman and Hall, New York.

Starmach, K. 1952. The reproduction of freshwater Rhodophyceae *Hildenbrandia rivularis* (Liebm.) J. Ag. Acta Societatis Botanicorum Poloniae 21 (3): 445-474

Starmach, K. 1969. *Hildenbrandia rivularis* i glony towarzyszan w potoku Cedronka KoloWejherowa (województwo Gdansk). Fragmenta Floristica et Geobotanica 15(3): 387-398.

Starmach, K. 1977. Flora Slodkowodna Polski. Tomo 4: Phaeophyceae – Rhodophyceae. Polska Akademia Nauk. Warszawa-Kraków.

Taylor, W. R. T. 1937. Marine Algae of the Northeastern Coast of North America. The University of Michigan Press, Ann Arbor.

West, W. & G. S. West. 1897. Welwitsch´s African freshwater algae. Journal of Botany 35: 1-7

Wetzel, R., G. & G. E. Likens. 2000. Limnological Analyses. Springer, New York.

Wolle, F. 1887. Freshwater Algae of the United States (Exclusive of the Diatomaceae). The Comenius Press. Pennsylvania.

Womersley, H. B. S. 1994. The marine Benthic Flora of Southern Australia. Rhodophyta – Part IIIA. Australian Biological Resources study, Canberra.

Recibido: 29/07/2006
Aceptado: 20/11/2006